

CAPACITANCE-TYPE MULTI-AXIAL ACCELERATION SENSOR

Publication number: JP11248737

Publication date: 1999-09-17

Inventor: HIKASA KOICHI; OBA MASATOSHI; HOSOYA KATSUMI

Applicant: OMRON TATEISI ELECTRONICS CO

Classification:

- **international:** G01L5/16; G01H11/06; G01P15/125; G01P15/18; H01L29/84; G01L5/16; G01H11/00; G01P15/125; G01P15/18; H01L29/66; (IPC1-7): G01P15/125; G01H11/06; G01L5/16; H01L29/84

- **european:**

Application number: JP19980061929 19980227

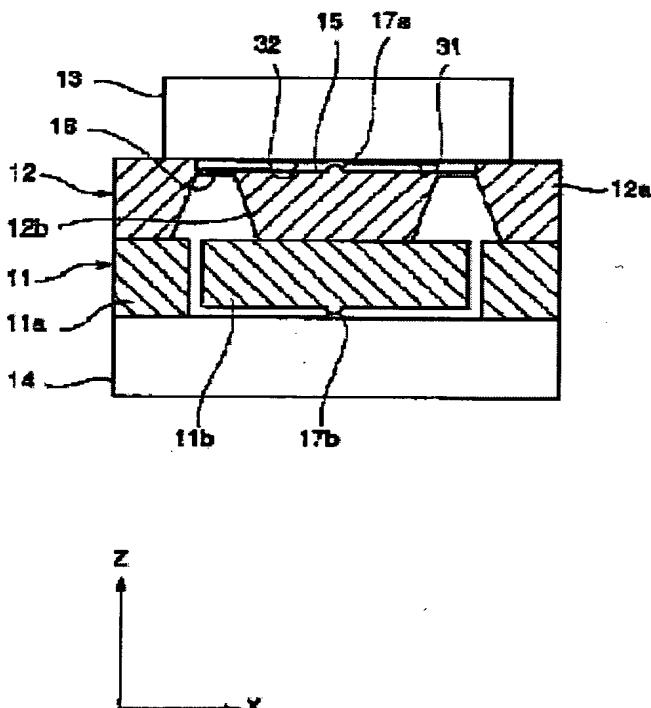
Priority number(s): JP19980061929 19980227

[Report a data error here](#)

Abstract of JP11248737

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-axial acceleration sensor capable of preventing the interference of other axes by a simple constitution and of highly accurately detecting acceleration on multi-axes.

SOLUTION: Detecting electrodes 31 and 32 of an X-axis are arranged in a pair above a movable electrode 15, and intersecting detecting electrodes of a Y-axis are arranged in a pair as well. Protruded parts 17a and 17b are provided on the upper surface of the movable electrode 15 and the lower surface of a weight 11b, respectively. Here, when acceleration in a Z-axis direction is exerted to move the movable electrode 15, the protruded parts 17a and 17b come into contact with opposite surfaces in upper and lower gaps to block the movement of the movable electrode 15. As the protruded parts 17a and 17b become supporting axes, the movable electrode 15 can swing and detect acceleration in X-axis and Y-axis directions without a hitch. Though the movable electrode 15 is displaced extremely little till the protruded parts 17a and 17b come into contact, it may be considered as stationary at a fixed position with extremely small effects on the X-axis and Y-axis.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-248737

(43) 公開日 平成11年(1999)9月17日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 1 P 15/125
G 0 1 H 11/06
G 0 1 L 5/16
H 0 1 L 29/84

識別記号

F I
C 0 1 P 15/125
C 0 1 H 11/06
G 0 1 L 5/16
H 0 1 L 29/84

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 FD (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-61929

(22) 出願日 平成10年(1998)2月27日

(71) 出願人 000002945
オムロン株式会社
京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 日笠 浩一
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

(72) 発明者 大場 正利
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

(72) 発明者 細谷 克己
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

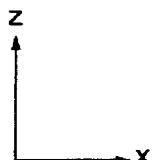
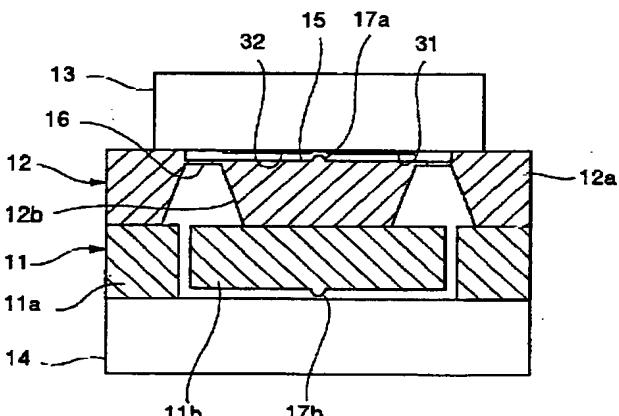
(74) 代理人 弁理士 松井 伸一

(54) 【発明の名称】 静電容量型多軸加速度センサ

(57) 【要約】

【課題】 簡略な構成により他軸の干渉を防止することができ、加速度の検出を多軸について高精度に行える静電容量型多軸加速度センサを提供すること。

【解決手段】 可動電極15の上方に、X軸の検出電極31, 32を対に配置するとともにY軸の検出電極も交差して対に配置する。可動電極の上面と重り11bの下面に突起部17a, 17bを設ける。Z軸方向の加速度が加わると、可動電極が移動しようとするが、上下の空隙では突起部が対向面に接触し、その移動は阻止されて動けない。この接触した突起部が支持軸となるので可動電極のスイング動作は可能であり、X軸, Y軸方向の加速度の検出には支障ない。可動電極は突起部が接触するまでは極わずかに変位するが、これは定位置に止められると考えてよく、X軸, Y軸には影響が極めて小さい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の固定電極が形成された固定基板と、その固定基板に接合される半導体基板とを有し、前記半導体基板は、前記固定基板と接合される枠体と、その枠体の内側に配置された加速度を受けて変位する可動体と、その可動体を前記枠体に対して弾性支持する梁とを有し、その可動体の前記固定電極に対向する面に所定のギャップを有いて可動電極を設け、その可動電極と前記固定電極との間に発生する静電容量に基づいて複数方向の加速度を検知する半導体容量型多軸加速度センサであって、

前記可動体と、前記固定基板の対向する表面の少なくとも一方に、突起部を設けたことを特徴とする静電容量型多軸加速度センサ。

【請求項2】複数の固定電極が形成された固定基板と、その固定基板に接合される半導体基板と、前記半導体基板の反対側に直接または所定基板を介して接合される他の固定基板とを有し、前記半導体基板は、前記固定基板と接合される枠体と、その枠体の内側に配置され加速度を受けて変位する可動体と、その可動体を前記枠体に対して弾性支持する梁とを有し、その可動体の前記固定電極に対向する面に所定のギャップを有いて可動電極を設け、その可動電極と前記固定電極との間に発生する静電容量に基づいて複数方向の加速度を検知する半導体容量型多軸加速度センサであって、

前記可動体またはその可動体と一緒に移動する部材と、前記他の固定基板の対向する表面の少なくとも一方に、突起部を設けたことを特徴とする静電容量型多軸加速度センサ。

【請求項3】突起部と、それに対向する基板表面との接触部分に、陽極接合されない絶縁部材を設けたことを特徴とする請求項1または2に記載の静電容量型多軸加速度センサ。

【請求項4】前記固定電極と前記可動電極の間に所定の静電引力を発生させる手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の静電容量型多軸加速度センサ。

【請求項5】前記固定電極を設けた基板表面に吸引電極を設け、前記吸引電極と前記可動電極の間に所定の静電引力を発生させる手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の静電容量型多軸加速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガスマータやエレベータなどにおいて地震の振動を検知する感震器及び自動車のエアバッグ装置やナビゲーション装置などにおいて

て振動と衝撃の検知器等として用いられる静電容量型多軸加速度センサに関するもので、より具体的には、基板の積層方向への可動電極の変位をメカニカルに制限するようにした静電容量型多軸加速度センサに関する。

【0002】

【従来の技術】図1、図2は従来の静電容量型多軸加速度センサの一例を示している。同図に示すように、この加速度センサは、4枚の基板を積層して構成している。つまり、下から順に半導体固定基板1、ガラス基板2、半導体基板3、ガラス固定基板4を積層して接合する。そして、半導体基板3には、その内側を分離させて可動電極5を形成するとともに、その可動電極5に梁6を渡して周囲の枠体と連結し、内側空間の定位置に可動体7が収まるようにしている。そしてこの可動体7の上面が可動電極5aとなる。

【0003】この可動体7の下面には重り7を取り付けている。この重り7は、ガラス基板2から分離して形成している。そして、最上のガラス固定基板4の下面には、X軸、Y軸、Z軸の3方向の加速度軸について検出するため5つの固定電極81～85を形成してある。具体的な各電極の配置レイアウトは、略正方形の固定電極85を中央に配置し、これを取り囲んで略台形の固定電極81～84を90度毎に配置している。可動電極5aは共通電極となり、その電極面と5つの固定電極81～85との間には、静電容量C81～C85が形成される。

【0004】係る構成においては、加速度が0の平常状態では、5つの固定電極81～85と可動電極5aとは平行で距離が所定値となり、また、各固定電極81～85と可動電極5aの重なり合う面積も等しくなる。これにより、各電極間に発生する静電容量C81～C85は等しくなる。

【0005】ここで、互いに直交する3軸を、いわゆる右手系の座標としてX軸、Y軸、Z軸と呼び、X軸とY軸とが上記電極がなす平面に含まれるとすると、Z軸は電極がなす平面に直交する。

【0006】このX軸方向のみに加速度が加わった場合、可動体7は梁6で支持している部分よりも下方に重心があるため、可動体7がスイング動作する。このため、その加速度の方向にある固定電極81と可動電極5aの間隔が短くなり、逆に固定電極82と可動電極5aの間隔が長くなる。同様に、Y軸方向のみに加速度が加わったとすると、固定電極83と可動電極5aの間隔が短くなり、逆に固定電極84と可動電極5aの間隔が長くなる。そして、Z軸方向のみに加速度が加わったとすると、固定電極85と可動電極5aの間隔が短くなる。

【0007】このように各電極間の間隔が変化することから、各電極間に発生する静電容量も変化し、しかも変化のパターンは、加速度が加わる方向により異なるので、各電極間に発生する静電容量の変化量を検出するこ

とにより、その加速度の方向と大きさを知ることができ

る。

【0008】つまり図示の例では、X軸方向に沿って配置された固定電極81, 82がX軸方向の検出用となり、それらと直交して配置された固定電極83, 84がY軸方向の検出用となっていて、中央の固定電極85がZ軸方向の検出用となっている。そして、固定電極81～85と可動電極5aとの間には、間に応じた静電容量が発生しているので、固定電極81, 82と可動電極5aとの間の静電容量C81, C82は、加速度が加わらない状態では、電極間隔が等しいので同一の値をとる。ここでX軸方向に加速度が加わると、可動体5がスイング動作して傾き、固定電極81側の間隔が狭まって静電容量C81が増加し、固定電極82側の間隔が広がって静電容量C82は減少する。当然のことながら、(-X)方向に加速度が加わると、上記と逆の現象となる。そして、加速度が大きいほど、可動電極5aの変位量が大きくなるので、その静電容量の差も大きくなる。

【0009】従って、図2に示すように外部回路を接続して、2つの静電容量C81, C82の差を求めるこ

とにより、X軸方向について加速度の向きと大きさを検出することができる。同様に、固定電極83, 84と可動電極5aとの間の発生する静電容量の差(C83-C84)から、Y軸方向について加速度の向きと大きさを検出することができ、Z軸方向については静電容量C85の容量変化から加速度の向きと大きさを検出することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、係る従来の加速度センサにあっては、検出方向ではない他軸の加速度により検出方向のセンサ出力が変動するという他軸干渉の問題があった。これは例えば、X軸方向の加速度が作用すると、図3に鎖線で示すように、可動電極5aがスイング動作して傾き、前述したように静電容量C81が増加し、静電容量C82は減少するが、このとき同時にZ軸方向の加速度も作用した場合には、図3に実線で示すように、可動電極5aが上に平行移動して、固定電極81～85との間隔が全体で同等に狭まる。すると、X軸に関わる静電容量C81, C82は、電極間隔に反比例する物理量であるため可動電極5aがすでに傾いている状態では等値には変化しなく、このため静電容量の差(C81-C82)が変動てしまい、干渉される。

【0011】この他軸を干渉してしまうという現象は、X, Y平面に含まれる梁6により可動体5(可動電極5a)が支持された構造のため、Z軸方向の加速度が他軸に及ぼす影響が大きく、X軸及びY軸のセンサ出力を大きく変動させてしまうため補正する必要がある。係る補正を行うため、従来は、センサ出力を信号処理する測定回路に補正機能を持たせるようにしている。このため、

信号処理が複雑になり、コストが増して好ましくない。

【0012】本発明は、上記した背景に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、簡略な構成により他軸の干渉を防止することができ、加速度の検出を多軸について高精度に行える静電容量型多軸加速度センサを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明に係る静電容量型多軸加速度センサでは、複数の固定電極が形成された固定基板と、その固定基板に接合される半導体基板とを有し、前記半導体基板は、前記固定基板と接合される枠体と、その枠体の内側に配置された加速度を受けて変位する可動体と、その可動体を前記枠体に対して弾性支持する梁とを有し、その可動体の前記固定電極に対向する面に所定のギャップをおいて可動電極を設け、その可動電極と前記固定電極との間に発生する静電容量に基づいて複数方向の加速度を検知する半導体容量型多軸加速度センサであって、前記可動体と、前記固定基板の対向する表面の少なくとも一方に、突起部を設けるように構成した(請求項1)。

【0014】また、別の解決手段としては、複数の固定電極が形成された固定基板と、その固定基板に接合される半導体基板と、前記半導体基板の反対側に直接または所定基板を介して接合される他の固定基板とを有し、前記半導体基板は、前記固定基板と接合される枠体と、その枠体の内側に配置された加速度を受けて変位する可動体と、その可動体を前記枠体に対して弾性支持する梁とを有し、その可動体の前記固定電極に対向する面に所定のギャップをおいて可動電極を設け、その可動電極と前記固定電極との間に発生する静電容量に基づいて複数方向の加速度を検知する半導体容量型多軸加速度センサであって、前記可動体またはその可動体と一体に移動する部材と、前記他の固定基板の対向する表面の少なくとも一方に、突起部を設けるように構成してもよい(請求項2)。

【0015】本発明では、電極面と直交する基板の積層方向に加速度が加わると、可動体が係る方向に移動しようとするが、その移動方向には突起部が設けられているので、その突起部と対向する基板表面とが接触し、それ以上の移動が阻止される。そして、この接触した突起部が支持軸となるので、可動体のスイング動作は可能である。よって、電極面と平行な方向の加速度の検出には支障ない。

【0016】そして、請求項1と請求項2を同時に実施した場合には、可動体を基準として上記積層方向の両側の領域に突起部が形成されるので、係る積層方向の正／負両方向への加速度の影響を可及的に抑制できる。

【0017】また、突起部と、それに対向する基板表面との接触部分に、陽極接合されない絶縁部材を設けるように構成してもよい(請求項3)。このようにすると、

突起部と対向する基板が陽極接合されてしまうおそれがなくなるので、加速度のかからない状態でも突起部と対向する基板を接触させておくことができる。よって、他軸干渉をより確実に抑制できる。なお、絶縁部材は、図14に示したように、所定の絶縁部材（絶縁膜）を成膜する場合でもよいし、突起部自体を係る絶縁部材で構成するようにしてもよい。

【0018】前記固定電極と前記可動電極の間に所定の静電引力を発生させる手段をさらに備えるとよい（請求項4）。また、前記固定電極を設けた基板表面に吸引電極を設け、前記吸引電極と前記可動電極の間に所定の静電引力を発生させる手段をさらに備えるように構成してもよい（請求項5）。

【0019】係る発生させる手段を作動させることにより、可動電極（可動体）を吸引し、突起部と対向する基板表面とを加速度がかからない状態から接触させることができ。これにより、他軸干渉がより精度よく抑制できる。

【0020】

【発明の実施の形態】図4、図5は、本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第1の実施の形態を示している。同図に示すように、この加速度センサは、4枚の基板を積層して構成している。但し、図1に示す従来例と相違して2枚の半導体基板11、12の上下にガラス固定基板13、14が配置されている。

【0021】各半導体基板11、12は、シリコン等の半導体チップであって、上側の半導体基板12は、エッチングにより平面口字型の枠体12aの内側に梁16を介して可動体12bが形成されている。そして、その可動体12bの上面が可動電極15となる。これにより可動体12b（可動電極15）が弾性支持され、枠体12aの内側空間の定位置に収まるようになっている。

【0022】また、下側の半導体基板11は、図6に示すように井桁状にダイシングすることにより、周囲の複数のブロックからなる枠体11aの内側に、周囲から分離独立した重り11bを形成している。そしてこの重り11bが本形態では、可動体12bの下面に接合され、可動体12bと一緒に移動するようになっている。このように重り11bを取り付けることにより、加速度を受けて移動する部材（可動体12b+重り11b）の重量が増すので、感度が向上する。なお、重り11bの下面側は、エッチングにより削られており、下側の第2ガラス固定基板14に接触せずに移動可能となっている。

【0023】なお、本実施の形態では、このように2枚の半導体基板11、12を積層して各部を形成しているが、所望する厚みの1枚の半導体基板から各部を形成してももちろんよい。また、従来と同様に下側の半導体基板11をガラス板から構成してもよい。

【0024】一方、第1、第2ガラス固定基板13、14は、両者の厚みが同一に設定されている。上側の第1

ガラス固定基板13の下面には、図5に示すように、可動電極15の上面に対向する位置に4つの固定電極31～34が設けられており、これらはX軸、Y軸の2軸について検出するための固定電極となっている。つまり、固定電極31～34は、台形状で同面積とされており、当該電極面の中央を基準に取り囲んで90度毎に配置されている。これら各固定電極31～34は、中央を挟んで反対側に位置する固定電極31、32がX軸方向の検出用となり、それらと直交する固定電極33、34がY軸方向の検出用となっている。これにより、共通電極となる可動電極15と4つの固定電極31～34との間に、距離に応じた静電容量C31～C34が発生する。

【0025】上記した各電極は、図5に示すように、外部回路と接続されている。つまり、X軸方向については、固定電極31、32がC-V変換回路181、182と接続され、静電容量C31、32が電圧値に各々変換されるようになっており、これらが後段の差動增幅回路21に送られて両者の差値が求められる構成とされている。そして、Y軸方向についてもX軸方向と同様であって、固定電極33、34がC-V変換回路183、184と接続され、静電容量C33、34が電圧値に各々変換されるようになっており、これらが後段の差動增幅回路22に送られて両者の差値が求められる構成とされている。

【0026】すなわち、X軸方向出力Vx及びY軸方向出力Vyは、

$$Vx = k \times [(C31) - (C32)] \quad \dots (1)$$

$$Vy = k \times [(C33) - (C34)] \quad \dots (2)$$

により求められる。

【0027】上記のように構成すると、図中矢印で示すX軸方向にのみ加速度が加わった場合、可動電極15が加速度の作用方向へ移動しようとするが、梁16で支持している部分よりも下方に重心があるため、可動電極15がスイング動作する。このため、固定電極31と可動電極15との間隔が短くなり静電容量C31が増加し、固定電極32と可動電極15との間隔が長くなっている静電容量C32が減少する。そして、(-X)方向に加速度が加わった場合には、上記と逆になる。

【0028】従って、X軸方向出力Vxは、X軸方向に加速度が加わった場合には正值をとり、(-X)方向に加速度が加わった場合には負値をとる。そして、Y軸方向のみ或いはZ軸方向のみに加速度が加わった場合には、X軸方向出力Vxは変化しない。さらに、加速度が大きいほど、Vxの絶対値は大きくなる。このため、Vxの値から加速度の方向及び大きさを知ることができる。同様に、Y軸方向についてもVyから加速度の方向及び大きさを知ることができる。

【0029】ここで本発明では、可動体12bの上面、つまり可動電極15の電極面の中央に突起部17aを形成している。また、第2ガラス固定基板14と対向する

重り11bの下面(対向面)の中央にも突起部17bを形成している。そして、それら両突起部17a, 17bは、対向するガラス固定基板13, 14の対向面に近接させている。また、第1ガラス固定基板13の下面には、上側の突起部17aに対向する位置には固定電極31~34を設けないようにしている。

【0030】さらに、上記突起部17a, 17bを設ける位置は、可動体12b、重り11bの移動物体の重心位置、つまりスイング中心を通る可動電極15の電極面の法線と、その可動電極15、重り11bの上・下面とを交差する位置としている。なお、この突起部を設ける位置としては、移動物体の重心という点から規定することもできるが、それに限らず、単に設置面の中心したり、移動物体の重さのバランスがとれる位置や、移動物体の体積の中央位置を通る可動電極15の電極面の法線と、設置面との交点位置とするなど各種の規定の仕方により特定できる。もちろんこれ以外でも構わない。

【0031】係る構成をとると、(-Z)方向に加速度が加わると、可動電極15が下方に移動しようとするが、下側の空隙では重り11bの下面に突起部17bが形成されているので、この突起部17bが第2ガラス固定基板14の上面に接触し、それ以上の移動は阻止されて動けない。但し、この接触した突起部17bが支持軸となるので、可動電極15はスイング動作は可能である。

【0032】一方、Z軸の正值方向に加速度が加わった場合には、上記とは逆に可動電極15は上方に移動しようとするが、上側の空隙でも同様に可動電極15の上面に形成した突起部17aが第1ガラス固定基板13の下面に接触し、それ以上の上昇移動は阻止されて動けない。そして、突起部17aの接触点を軸として可動電極15はスイング動作する。

【0033】従って、可動体11b(可動電極15)はZ軸方向に関しては、突起部17a, 17bが接触するまでは極わずかに変位するが、加速度のかからない正常状態での突起部17a, 17bと第1, 第2ガラス固定基板13, 14の対向面間距離を接近させて非常に短くしているので、可動体12b(可動電極15)は、Z軸方向に対しては定位置に止められると考えてもよい。

【0034】このように、可動電極15がZ軸方向に関して定位置に止められてほとんど変位しないので、Z軸方向の加速度がX軸方向及びY軸方向の加速度検出に与える影響が極めて小さく、X軸方向(Y軸方向)に加わった加速度を精度よく検出することができる。すなわち、Z軸方向の加速度による他軸の干渉を実質的に防止することができる。その結果、X軸及びY軸のセンサ出力は、従来のように複雑な補正処理を行う必要がなく、直ちに高精度な検出値を得ることができる。このため、加速度を測定するための外部回路は簡略な構成となり、加速度の検出を多軸について高精度に行える。

【0035】さらに、上記の突起部17a, 17bの形状は、先端を細くし、対向する基板に接触した場合の接触面積を小さくしている。これにより、Z軸方向の移動を規制しつつ、スイング移動の邪魔にならないようにしている。

【0036】なお、突起部17a, 17bは、可動体12b(+重り11b)の上下の空隙において、対向しているいずれか一方面に形成されればよい。従って、例えば図7に示すように、第1ガラス固定基板13の下面と第2ガラス固定基板14の上面とに突起部17を形成した構成としたり、図8に示すように第1ガラス固定基板13の下面と重り11bの下面とに突起部17を形成した構成としたり、さらには、図9に示すように可動電極15の上面と第2ガラス固定基板14の上面とに突起部17を形成した構成とするなど、各種の構造をとることができ。そして、いずれの構成でも同様に動作し、同様の作用効果を得ることができる。但し、半導体基板側に突起部を設ける方が製造が容易に行える。さらには、上記した各実施の形態のように、両側に突起部を設けるのではなく、片側にのみ突起部を設けてよい。そのようにすると、突起部を設けない側への移動は抑制できないので、上記した各実施の形態に比べるとZ軸干渉を抑制する効果は低いものの、加速度測定時に発生するZ軸方向の加速度に方向性があり、主として正または負の片側に発生するような場合には一方でもよい。

【0037】図10、図11は、本発明の第2の実施の形態を示している。同図に示すように、この加速度センサには、突起部17aが可動電極15の上側の空隙にのみ形成されており、可動電極15に静電引力を作用させて固定電極側に吸引するように構成されている。

【0038】つまり、図11に示すように、X軸の検出電極となる固定電極31にはX軸定電圧源191の負側端子が接続され、そのX軸定電圧源191の正側端子は可動電極15に接続されている(図示の便宜上ラインLを介して接続されている)。これにより、固定電極31と可動電極15の間には、定電圧Vb1が印可されることになる。同様に、X軸定電圧源192によって、固定電極32と可動電極15の間に定電圧Vb2が印可される。さらに、Y軸の検出電極となる固定電極33, 34と可動電極15の間にはそれぞれY軸定電圧源193, 194によって定電圧Vb3, Vb4が印可されている。これにより、固定電極31~34と可動電極15との間に所定の静電引力を発生させている。

【0039】このような構成によれば、可動電極15は静電引力により固定電極31~34側に引かれ、測定対象の加速度がかかっていない平常状態であっても上面に形成した突起部17aが固定基板13の下面に接触する。そして、加速度がかかった場合には、この突起部17aの接触部位を軸にして可動電極15のスイング動作は可能となるので、X軸、Y軸方向の加速度の検出には

支障なく、この接触した状態が保たれる定位置に止められる。

【0040】このように、突起部17が固定基板13の下面に最初から接触した状態とされているので、可動電極15はZ軸方向に関して定位置に止められて全く変位しない。従って、X軸及びY軸には何ら影響がなく、X軸、Y軸方向に加わった加速度を極めて精度よく検出することができる。これにより、Z軸方向の加速度による他軸の干渉を良好に防止することができ、可動電極15のZ軸方向変位に起因する測定特性の直線性の悪化もなくなる。なお、その他の構成並びに作用効果は、上記した各実施の形態と同様であるので、同一符号を付しその詳細な説明を省略する。

【0041】図12、図13は、本発明の第3の実施の形態を示している。同図に示すように、本実施の形態では、上記した第2の実施の形態における静電引力を発生させるための構成を変更したものである。具体的には、固定電極31～34側に吸引電極36を形成し、この吸引電極36により可動電極15に静電引力を作用させて固定電極31～34側に吸引するように構成されている。

【0042】つまり、図13に示すように、吸引電極36は略正方形で、突起部17aが接触する中央部分が円形に除去されており、基板面の中央に設けられている。そして、固定電極31～34が吸引電極36を取り囲んで90度毎に配置されている。この吸引電極36と可動電極15の間に定電圧源196が接続され、可動電極15と吸引電極36間に定電圧Vb6を印加し、所定の静電引力を発生させている。

【0043】このような構成によれば、可動電極15は静電引力により固定電極側に引かれるので、正常状態で固定基板13の下面に突起部17aが接触する。そして、その接触点を中心に可動電極15はスイング動作が可能となっているので、X軸、Y軸方向の加速度の検出には支障はない。なお、その他の構成並びに作用効果は、上記した各実施の形態と同様であるので、同一符号を付しその詳細な説明を省略する。

【0044】図14は本発明の第4の実施の形態を示している。本実施の形態は上記した第1の実施の形態及びその変形例を前提とし、さらにZ軸干渉を抑制するものである。すなわち、第1の実施の形態などにおいては、正常状態では突起部17a、17b、17の先端と、対向する基板表面との間には所定の隙間を設けていて接触しないようになっていた。これは、半導体基板とガラス基板とを陽極接合して一体化する際に、突起部17a、17b、17の先端と対向する基板との間でも陽極接合されて一体化してしまうおそれがある（接触面積が小さいため、その後に分離することはある、製品としては支障がなくなることもありえるが、安全を考慮して離反させている）。一方、Z軸干渉を考慮すると、第2、第3の

実施の形態のように突起部17は接触していた方が好ましい。

【0045】そこで、図14に示すように、突起部17a、17bの先端と、対向する基板（図示の例では、いずれもガラス固定基板13、14）の間に、陽極接合されない絶縁部材を介在させ、その絶縁部材を介して突起部17a、17bと対向する基板を接触させている。より具体的には、可動体12bの可動電極15を覆うようにして酸化膜などの絶縁膜41を形成している。なお、本発明との関係においては、少なくとも突起部17aの先端のみに絶縁膜41を形成すればよいが、確実に成膜させるために可動電極15の全面に形成している。また、このように突起部を覆うのではなく、第2ガラス固定基板14の上面所定位置に所定の絶縁膜42を形成し、その絶縁膜42と突起部17bを接触させるようにしてもよい。このように、突起部と対向する基板側のいずれに設けてもかまわない。そして、具体的な図示を省略するが、上記した各実施の形態に適用できる。

【0046】図15は、本発明の第5の実施の形態を示している。上記した各実施の形態では、突起部の形成位置は異なるものの、いずれも取り付ける基板をエッチングなどにより加工することにより一体に形成していたが、本実施の形態では、突起部17'を別部材で構成している。なお、別部材であれば、同一材質でもよく異なる材質でもよい。さらには、例えば樹脂等の陽極接合しない材料で構成すれば、突起部17'を対向する基板表面に接触させることができるので、より好ましい。

【0047】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る静電容量型多軸加速度センサでは、突起部が、可動体の上方及びまたは下方の空隙において、対向している少なくとも一方の面に形成されているので、Z軸の正負方向に加速度が加わって可動体が移動しようとしても、突起部が対向する基板表面に接触し、その移動は阻止される。そして、この接触した突起部が支持軸となるので可動体はスイング動作は可能であるので、X軸、Y軸方向の加速度の検出には支障ない。従って、可動電極はZ軸方向に関しては、突起部が接触するまでは極わずかに変位するが、これは定位置に止められると考えてよく、このためX軸及びY軸には影響が極めて小さく、X軸及びY軸方向に加わった加速度を精度よく検出することができる。すなわち、Z軸方向の加速度による他軸の干渉を実質的に防止することができ、この場合、X軸及びY軸のセンサ出力は、従来のように複雑な補正処理を行う必要がなく、直ちに高精度な検出値を得ることができる。このため、加速度を測定するための外部回路は簡略な構成となり、加速度の検出を高精度に行える。

【0048】また、請求項3のように構成した場合には、突起部を対向する基板表面に最初から接触させておくことができるので、上記したZ軸方向に加速度がかか

った場合の他軸干渉をより確実に解消できる。

【0049】また、請求項4、5のように構成した場合には、固定電極或いは別途設けた吸引電極に定電圧源が接続されて定電圧が印加され、これにより固定電極と可動電極との間に所定の静電引力が発生するため、可動体は静電引力により固定電極側に引かれ、当該空隙に形成した突起部が対向面に接触する。このように突起部が対向面に最初から接触した状態とされているので、可動電極はZ軸方向に関して定位置に止められて全く変位しない。従って、X軸及びY軸には何ら影響がなく、X軸及びY軸方向に加わった加速度を極めて精度よく検出することができる。すなわち、Z軸方向の加速度による他軸の干渉を良好に防止することができ、可動電極のZ軸方向変位に起因する測定特性の直線性の悪化もなくなるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の加速度センサの一例を示す断面図である。

【図2】図1に示す加速度センサの各電極を説明する斜視図、及び外部回路の一例を示す図である。

【図3】図1の可動電極の部分を拡大して示す断面図である。

【図4】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第1の実施の形態を示す断面図である。

【図5】第1の実施の形態の要部を示す斜視図である。

【図6】半導体基板11を示す平面図である。

【図7】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの変形例を示す断面図である。

【図8】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの変形例を示す断面図である。

【図9】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの変

形例を示す断面図である。

【図10】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第2の実施の形態を示す断面図である。

【図11】第2の実施の形態の要部を示す斜視図である。

【図12】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第3の実施の形態を示す断面図である。

【図13】第3の実施の形態の要部を示す斜視図である。

【図14】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第4の実施の形態を示す断面図である。

【図15】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第5の実施の形態を示す断面図である。

【符号の説明】

11, 12 半導体基板

11a, 12a 枠体

11b 重り

12b 可動体

13, 14 ガラス固定基板

15 可動電極

16 梁

17, 17a, 17b, 17' 突起部

31~34 固定電極

31, 32 X軸の検出電極

33, 34 Y軸の検出電極

36 吸引電極

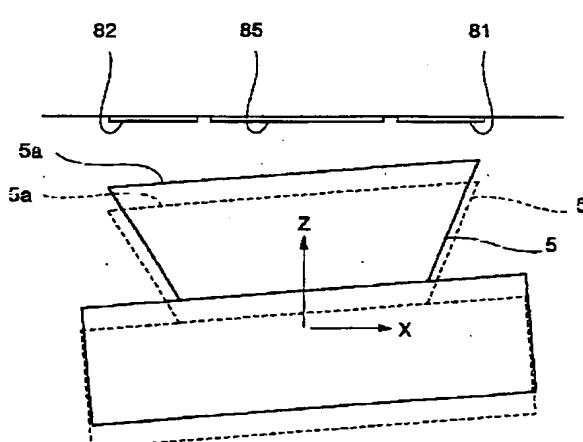
41, 42 絶縁膜（絶縁部材）

191, 192 X軸定電圧源

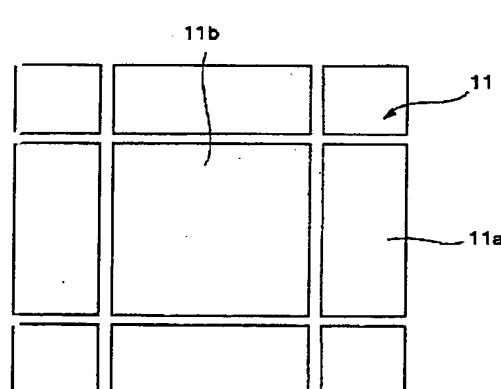
193, 194 Y軸定電圧源

196 定電圧源

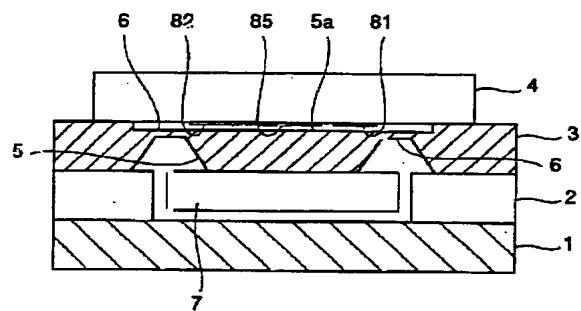
【図3】



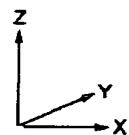
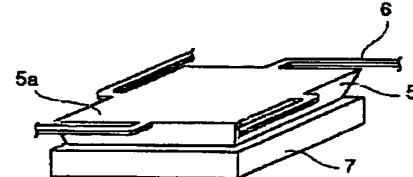
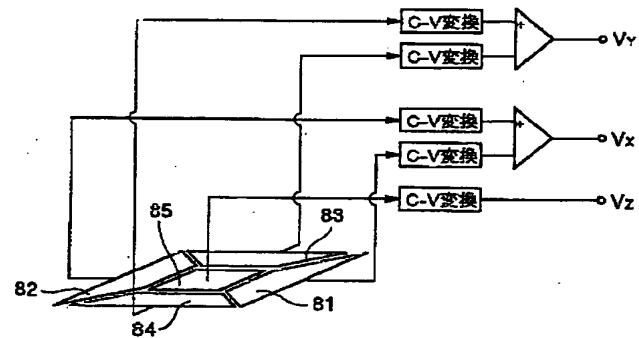
【図6】



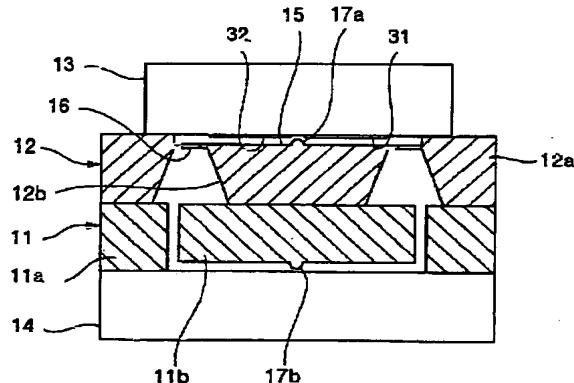
【図1】



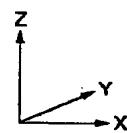
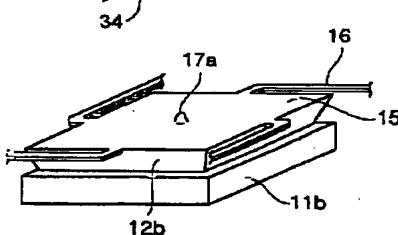
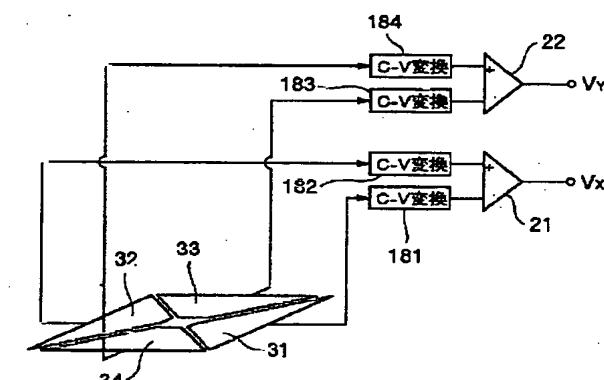
【図2】



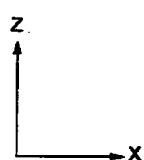
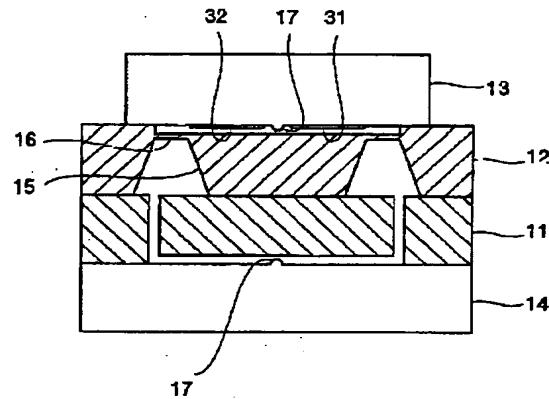
【図4】



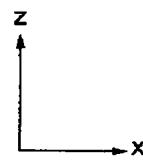
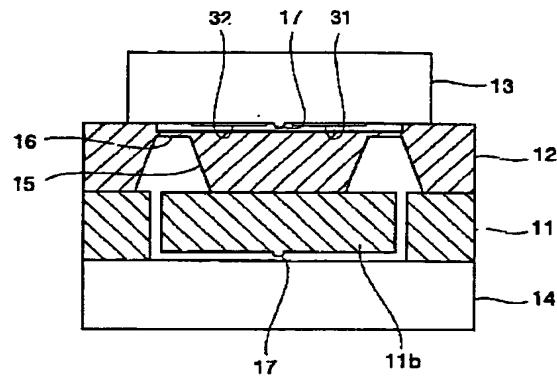
【図5】



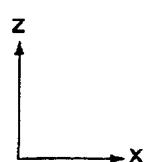
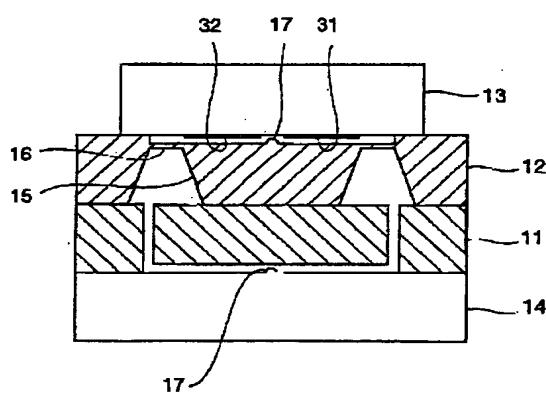
【図7】



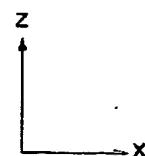
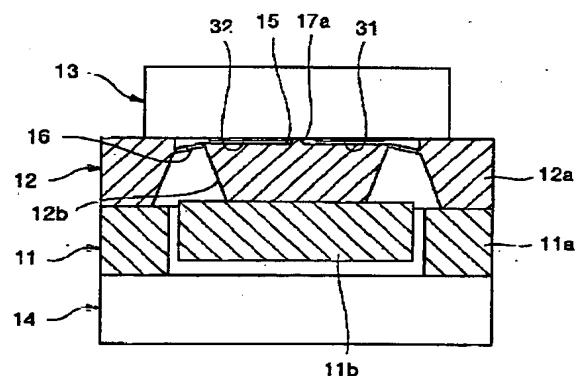
【図8】



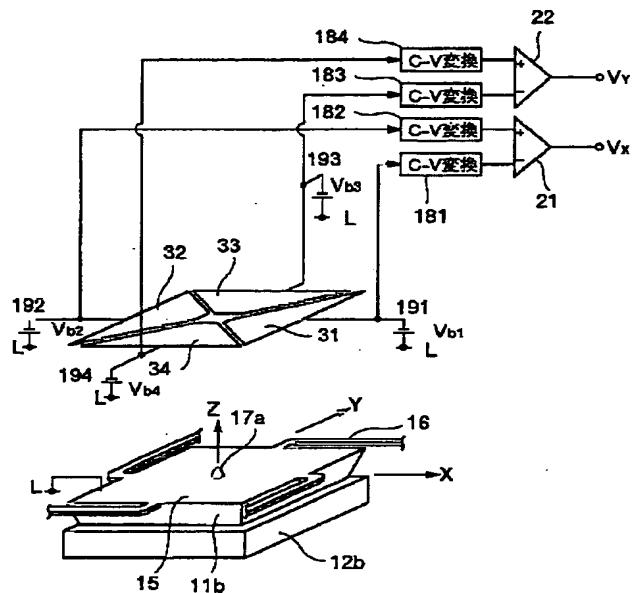
【図9】



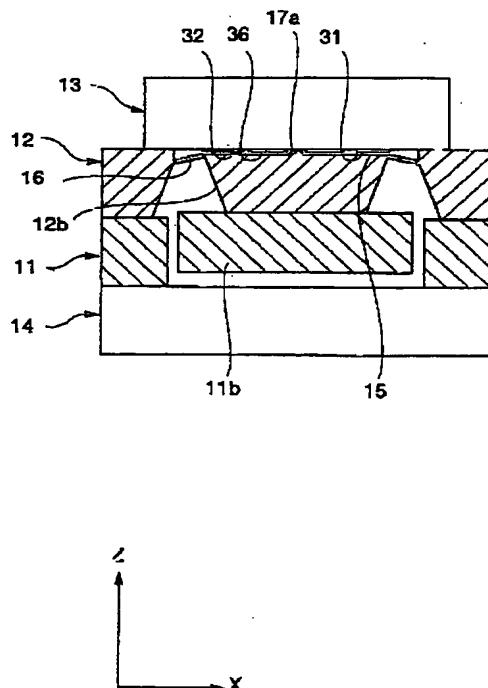
【図10】



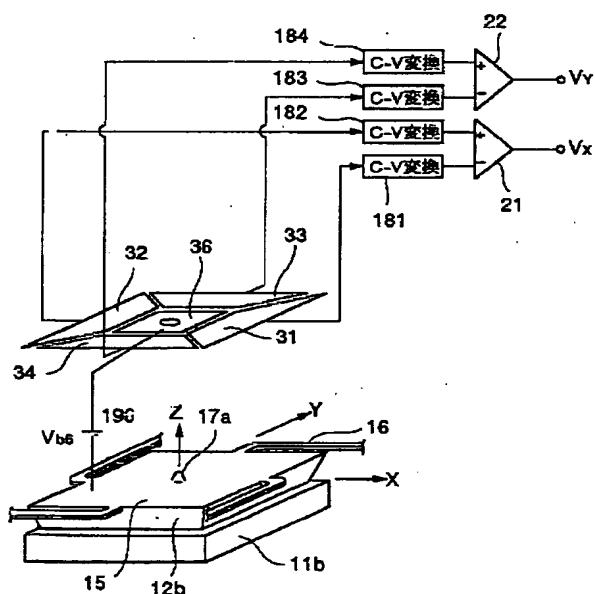
【図11】



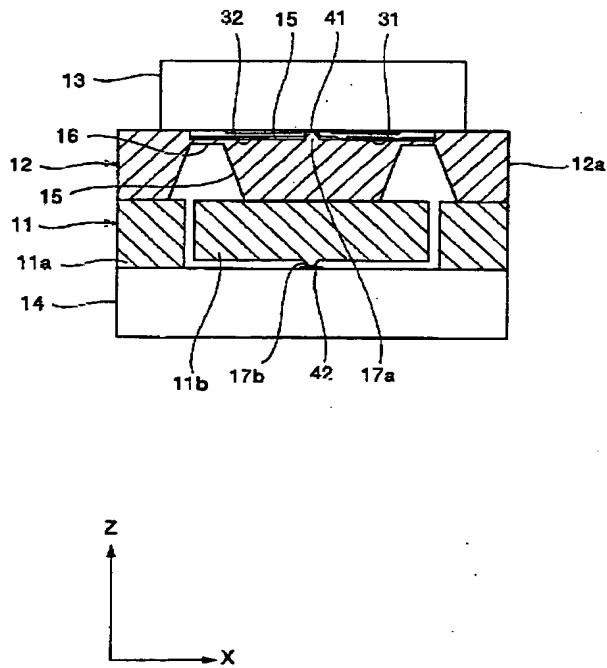
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

